

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2004年 3月17日

出願番号  
Application Number: 特願2004-076746

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

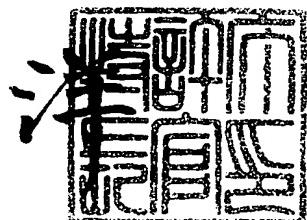
J P 2004-076746

出願人  
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

2005年 4月13日

小川



【官機番号】  
【整理番号】 NTTH157268  
【提出日】 平成16年 3月17日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H04J 14/02  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内  
【氏名】 片岡 智由  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内  
【氏名】 佐野 明秀  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内  
【氏名】 舟津 玄太郎  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004226  
【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100064908  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 志賀 正武  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100108453  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 村山 靖彦  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 008707  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0401166

## 【請求項 1】

差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置と、この位相変調光を受光して復調する光受信装置とを備え、

前記光送信装置は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダと、前記エンコーダによって符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、

前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツエンダ干渉計と、該マッハツエンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムにおいて、

前記光受信装置は、

前記バランス型受光器から出力される信号列からクロックを抽出するクロック抽出回路と、

前記マッハツエンダ干渉計の位相調整端子に周波数11の低周波信号を印加する低周波信号発生回路と、

前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を抽出し、その位相情報を前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知する位相検出回路と、

前記ずれ量を修正するように前記2分岐された信号光の位相差を調整するための制御信号を前記位相調整端子に出力するコントローラと、

を有することを特徴とする光伝送システム。

## 【請求項 2】

前記光受信装置は、

さらに、前記バランス型受光器から出力される信号列を識別再生するデータ再生回路と、

前記データ再生回路の出力信号の論理を必要に応じて反転させ、出力する論理反転回路と、

前記データ再生回路の出力信号と、前記論理反転回路のいずれかを選択的に出力する選択手段とを有し、

前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれの補正量を、前記マッハツエンダ干渉計の繰り返し周波数の1/2とすることを特徴とする請求項1に記載の光伝送システム。

## 【請求項 3】

前記光送信装置は、

信号ピットレートと同一のクロック信号を生成するクロック信号生成回路と、

該クロック信号生成回路より出力されるクロック信号で強度変調を行う強度変調器とを有し、

前記光受信装置は、前記クロック抽出回路の代わりに、

前記マッハツエンダ干渉計における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、

該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、

該モニタ用受光器から出力される強度変調光からクロックを抽出し、クロックに含まれる周波数11の前記低周波信号を抽出する狭帯域アンプとを有し、

前記位相検出回路は、前記狭帯域アンプの出力信号に基づいて、前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載の光伝送システム。

## 【請求項 4】

前記光受信装置は、

該識別回路の出力信号と識別前の信号との相関を検出する相関検出回路とを有し、前記位相検出回路は、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された波数  $f_1$  の前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、前記相関検出回路の出力から周波数  $f_1$  の低周波信号を抽出し、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする請求項1また2のいずれかに記載の光伝送システム。

### 【請求項 5】

前記光送信装置は、前記光送信装置の光源を直接強度変調する前記周波数 $f_1$ の低周波信号よりも十分高い周波数 $f_2$ の信号を生成する発振回路を有し、

前記光受信装置は、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、

前記マツハツエンダ干渉計における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、

該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、

該モニタ用受光器から出力される強度変調光から周波数12の成分を抽出し、そこに重畠されている周波数11の前記低周波信号を抽出する信号検出手段とを有し、

前記位相検出回路は、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マッハツェンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載の光伝送システム。

### 【請求項 6】

前記光受信装置は、送信側の光源を強度変調する代わりに、

前記周波数12の信号を生成する発振回路と、

該発振回路の出力信号で信号光を強度変調する強度変調器と、  
を有することを特徴とする請求項5に記載の光伝送システム。

## 【請求項 7】

前記光受信装置は、前記強度変調器の代わりに、光増幅器を備え、

該光増幅器の利得を前記発振回路により周波数 $f_2$ で変調することを特徴とする請求項6に記載の光伝送システム。

### 【請求項 8】

前記光受信装置は、前記光分岐回路と前記モニタ用受光器とを具備するかわりに、バランス型受光器に入力する前記変換された強度変調光の入力レベルを非対称にする入力レベル調整手段を設けたことを特徴とする請求項5、6、7のいずれかに記載の光伝送システム。

### 【請求項 9】

差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置と、この位相変調光を受光して復調する光受信装置とを備え、

前記光送信装置は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダと、前記エンコーダによって符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、

前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツエンダ干渉計と、該マッハツエンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムの光送信装置において、

前記光送信装置は、

信号ピットレートと同一のクロック信号を生成するクロック信号生成回路と、該クロック信号生成回路より出力されるクロック信号で強度変調を行う強度変調器とを有することを特徴とする光伝送システムの光送信装置

【讀求項 10】

左側付ケーブルに並び又脚部で山なりのループ状に組み、この並び又脚部を又上にして後脚する光受信装置とを備え。

前記光送信装置は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダと、前記エンコーダによって符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、

前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツェンダ干渉計と、該マッハツェンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムの光送信装置において、

前記光送信装置は、前記光送信装置の光源を直接強度変調する前記周波数11の低周波信号よりも十分高い周波数12の信号を生成する発振回路を有することを特徴とする光伝送システムの光送信装置。

### 【請求項11】

差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置と、この位相変調光を受光して復調する光受信装置とを備え。

前記光送信装置は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダと、前記エンコーダによって符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、

前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツェンダ干渉計と、該マッハツェンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムの光受信装置において、

前記光受信装置は、

前記バランス型受光器から出力される信号列からクロックを抽出するクロック抽出回路と、

前記マッハツェンダ干渉計の位相調整端子に周波数11の低周波信号を印加する低周波信号発生回路と、

前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を抽出し、その位相情報を前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツェンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知する位相検出回路と、

前記ずれ量を修正するように前記2分岐された信号光の位相差を調整するための制御信号を前記位相調整端子に出力するコントローラと、  
を有することを特徴とする光伝送システムの光受信装置。

### 【請求項12】

前記光受信装置は、

さらに、前記バランス型受光器から出力される信号列を識別再生するデータ再生回路と、

前記データ再生回路の出力信号の論理を必要に応じて反転させ、出力する論理反転回路と、

前記データ再生回路の出力信号と、前記論理反転回路のいずれかを選択的に出力する選択手段とを有し、

前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツェンダ干渉計の通過帯域波長とのずれの補正量を、前記マッハツェンダ干渉計の繰り返し周波数の1/2とすることを特徴とする請求項11に記載の光伝送システムの光受信装置。

### 【請求項13】

送信側の出力光が位相変調と同時に信号ピットレートと同一のクロック信号で強度変調されており、

前記光受信装置は、前記クロック抽出回路の代わりに、

前記マッハツエンダ干渉計により出力される周波数 f1 の低周波信号を抽出する光分岐回路と、

該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、

該モニタ用受光器から出力される強度変調光からクロックを抽出し、クロックに含まれる周波数 f1 の前記低周波信号を抽出する狭帯域アンプとを有し、

前記位相検出回路は、前記狭帯域アンプの出力信号に基づいて、前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 のいずれかに記載の光伝送システムの光受信装置。

#### 【請求項 1 4】

前記光受信装置は、

前記バランス型受光器の出力信号からデータを再生するデータ再生回路と、

該識別回路の出力信号と識別前の信号との相関を検出する相関検出回路とを有し、

前記位相検出回路は、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された周波数 f1 の前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、前記相関検出回路の出力から周波数 f1 の低周波信号を抽出し、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 のいずれかに記載の光伝送システムの光受信装置。

#### 【請求項 1 5】

送信側で光源を前記周波数 f1 の低周波信号よりも十分高い周波数 f2 の信号で直接強度変調するようになっており、

前記光受信装置は、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、

前記マッハツエンダ干渉計における 2 つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、

該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、

該モニタ用受光器から出力される強度変調光から周波数 f2 の成分を抽出し、そこに重畠されている周波数 f1 の前記低周波信号を抽出する信号検出手段とを有し、

前記位相検出回路は、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 のいずれかに記載の光伝送システム。

#### 【請求項 1 6】

前記光受信装置は、送信側の光源を強度変調する代わりに、

前記周波数 f2 の信号を生成する発振回路と、

該発振回路の出力信号で信号光を強度変調する強度変調器と、  
を有することを特徴とする請求項 1 5 に記載の光伝送システムの光受信装置。

#### 【請求項 1 7】

前記光受信装置は、前記強度変調器の代わりに、光増幅器を具備し、  
該光増幅器の利得を前記発振回路により周波数 f2 で変調することを特徴とする請求項 1 6 に記載の光伝送システムの光受信装置。

#### 【請求項 1 8】

前記光受信装置は、前記光分岐回路と前記モニタ用受光器とを具備するかわりに、バランス型受光器に入力する前記変換された強度変調光の入力レベルを非対称にする入力レベル調整手段を有することを特徴とする請求項 1 5 、 1 6 、 1 7 のいずれかに記載の光伝送システムの光受信装置。

【発明の名称】 光伝送システム、光伝送システムの光送信装置及び光受信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、DPSK-DD方式を適用した光伝送システム、該光伝送システムの光送信装置及び光受信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光伝送システムは、プロードバンド時代の到来によりますます大容量化が求められるようになってきている。波長多重技術（WDM技術）により比較的容易に大容量化が可能となりつつあるが、一波長あたりのビットレートの高速化も盛んに研究されている。その理由は、一波長あたりビットレートを高速化することで、装置コストを低減し、装置を小型化、低消費電力化できることにより、システムトータルのイニシャルコスト、ランニングコストを低減できることにある。

【0003】

すでに、40Gbit/s/CHを実現する電気回路は実用段階にある。このような高速の光信号をWDM伝送する場合には、波長分散による伝送可能距離制限、ファイバの非線形性によるファイバへの入力パワー制限などが問題となっている。特に、ファイバの非線形性への対応として近年差動位相シフトキーイング—直接検波方式（DPSK-DD方式）の検討が盛んになってきている。

また、より非線形耐性を持つRZ-DPSK方式やCSRZ-DPSK方式を用いたWDM伝送技術が検討されている。入力パワー制限には、従来光伝送システムでよく用いられてきたNRZ符号（Non-Return-Zero符号）と比較するとRZ符号が耐力を有しているといわれている。

【0004】

DPSK-DD方式（RZ-DPSK, CSRZ-DPSKなどのRZ系のDPSK-DD方式を含む）では、受信装置にて位相変調信号をマッハツエンダ干渉計などの、復調器を用いて強度変調信号に変換してから受光器で直接検波する。このときダブルバランスドレシーバを用いることで差動受光が可能となり識別感度が、強度変調信号をひとつの受光器で直接検波した場合に比べて3dB改善されることから、受光器にはダブルバランスドレシーバが用いられることが一般的である。

【0005】

さてマッハツエンダ干渉計を用いて位相変調信号を強度変調信号に復調するためには、マッハツエンダ干渉計の2つの経路の経路差を、信号光波長の変動に追随して波長レベルで制御しなくてはならない。これらを制御するための方法には、たとえば、特許文献1にて説明されているように、バランス型受光器の出力レベルを検出して一定の出力が得られるように、干渉計の一方のアームに設けた位相シフターを制御する方法がある。

【0006】

マッハツエンダ干渉計としては、PLC上に生成した光導波路タイプのものが市販されている。経路差の制御方法としては、基板の温度を制御する（通過帯域変化量：1.4GHz/°C）か、両アームに付けられたヒータを加熱して（位相変化量：1.33π/W）制御ができる。

【特許文献1】特開昭63-52530号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特開昭63-52530号公報、「コヒーレント光通信用の受信器」にて説明されている方法では、位相シフターの最適点が検出信号レベルの最大値であるため、信号光波長と干渉計の通過帯域のずれの絶対値は検出できても、ずれの方向は検出できない。これが従来の技術の一つ目の課題である。

WDM伝送システムに適用する場合には、WDMの波長間隔と、マッハツエンダ干渉計の繰り返し周波数が一般には一致しないため、マッハツエンダ干渉計の行路差を制御しなくてはならない。（これを周波数軸で表現すれば、マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長を制御しなくてはならない。）信号速度が高速になると制御範囲が広くなる。たとえば、40Gbit/sの信号であれば、マッハツエンダ干渉計の繰り返し周波数は40GHzとなるので、発信波長とマッハツエンダ干渉計の通過帯域との差は最大で20GHzとなる。マッハツエンダ干渉計がPLCであり、通過帯域の制御を基板温度で行うならば、約15°C変更しなくてはならないことになり、大きな消費電力を必要とする。これが2つ目の課題である。

#### 【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、送信側の光源の光周波数に合致した、マッハツエンダ干渉計の最適な動作点に設定することができる光伝送システム、光伝送システムの光送信装置及び光受信装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

上記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置と、この位相変調光を受光して復調する光受信装置とを備え、前記光送信装置は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダと、前記エンコーダによって符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅△φを $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツエンダ干渉計と、該マッハツエンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムにおいて、前記光受信装置は、前記バランス型受光器から出力される信号列からクロックを抽出するクロック抽出回路と、前記マッハツエンダ干渉計の位相調整端子に周波数11の低周波信号を印加する低周波信号発生回路と、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を抽出し、その位相情報から前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知する位相検出回路と、前記ずれ量を修正するように前記2分岐された信号光の位相差を調整するための制御信号を前記位相調整端子に出力するコントローラとを有することを特徴とする。

#### 【0011】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光伝送システムにおいて、前記光受信装置は、さらに、前記バランス型受光器から出力される信号列を識別再生するデータ再生回路と、前記データ再生回路の出力信号の論理を必要に応じて反転させ、出力する論理反転回路と、前記データ再生回路の出力信号と、前記論理反転回路のいずれかを選択的に出力する選択手段とを有し、前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれの補正量を、前記マッハツエンダ干渉計の繰り返し周波数の1/2とすることを特徴とする。

#### 【0012】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2のいずれかに記載の光伝送システムにおいて、前記光送信装置は、信号ピットレートと同一のクロック信号を生成するクロック信号生成回路と、該クロック信号生成回路より出力されるクロック信号で強度変調を行う強度変調器とを有し、前記光受信装置は、前記クロック抽出回路の代わりに、前記マッハツエンダ干渉計における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、該モニタ用受光器から出力される強度変調光からクロックを抽出し、クロックに含まれる周波数11の前記低周波信号を抽出する狭帯域アンプとを有し、前記位相検出回路は、前記狭帯域アンプの出力信号に基づいて、前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通

【0013】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1または2のいずれかに記載の光伝送システムにおいて、前記光受信装置は、前記バランス型受光器の出力信号からデータを再生するデータ再生回路と、該識別回路の出力信号と識別前の信号との相関を検出する相関検出回路とを有し、前記位相検出回路は、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された周波数 $f_1$ の前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、前記相関検出回路の出力から周波数 $f_1$ の低周波信号を抽出し、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする。

【0014】

また、請求項5に記載の発明は、請求項1または2のいずれかに記載の光伝送システムにおいて、前記光送信装置は、前記光送信装置の光源を直接強度変調する前記周波数 $f_1$ の低周波信号よりも十分高い周波数 $f_2$ の信号を生成する発振回路を有し、前記光受信装置は、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、前記マッハツエンダ干渉計における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分歧する光分岐回路と、該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、該モニタ用受光器から出力される強度変調光から周波数 $f_2$ の成分を抽出し、そこに重畠されている周波数 $f_1$ の前記低周波信号を抽出する信号検出手段とを有し、前記位相検出回路は、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする。

【0015】

また、請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の光伝送システムにおいて、前記光受信装置は、送信側の光源を強度変調する代わりに、前記周波数 $f_2$ の信号を生成する発振回路と、該発振回路の出力信号で信号光を強度変調する強度変調器とを有することを特徴とする。

【0016】

また、請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の光伝送システムにおいて、前記光受信装置は、前記強度変調器の代わりに、光増幅器を具備し、該光増幅器の利得を前記発振回路により周波数 $f_2$ で変調することを特徴とする。

【0017】

また、請求項8に記載の発明は、請求項5、6、7のいずれかに記載の光伝送システムにおいて、前記光受信装置は、前記光分岐回路と前記モニタ用受光器とを具備するかわりに、バランス型受光器に入力する前記変換された強度変調光の入力レベルを非対称にする入力レベル調整手段を設けたことを特徴とする。

【0018】

また、請求項9に記載の発明は、差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置と、この位相変調光を受光して復調する光受信装置とを備え、前記光送信装置は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダと、前記エンコーダによって符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツエンダ干渉計と、該マッハツエンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムの光送信装置において、前記光送信装置は、信号ピットレートと同一のクロック信号を生成するクロック信号生成回路と、該クロック信号生成回路より出力されるクロック信号で強度変調を行う強度変調器とを有することを特徴とする。

【0019】

また、請求項10に記載の発明は、差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置と、この位相変調光を受光して復調する光受信装置とを備え、前記光送信装置は、NRZ

レバーカソハノハムカセハムーイカソハムカに及ぼするエヌーノム、前記エヌーノによつて符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツエンダ干渉計と、該マッハツエンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムの光送信装置において、前記光送信装置は、前記光送信装置の光源を直接強度変調する前記周波数11の低周波信号よりも十分高い周波数12の信号を生成する発振回路を有することを特徴とする。

#### 【0020】

また、請求項11に記載の発明は、差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置と、この位相変調光を受光して復調する光受信装置とを備え、前記光送信装置は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダと、前記エンコーダによつて符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器とを有し、前記光受信装置は、受信した前記位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子を有するマッハツエンダ干渉計と、該マッハツエンダ干渉計の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器とを有する光伝送システムの光受信装置において、前記光受信装置は、前記バランス型受光器から出力される信号列からクロックを抽出するクロック抽出回路と、前記マッハツエンダ干渉計の位相調整端子に周波数11の低周波信号を印加する低周波信号発生回路と、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を抽出し、その位相情報を前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知する位相検出回路と、前記ずれ量を修正するように前記2分岐された信号光の位相差を調整するための制御信号を前記位相調整端子に出力するコントローラとを有することを特徴とする。

#### 【0021】

また、請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の光伝送システムの光受信装置において、前記光受信装置は、さらに、前記バランス型受光器から出力される信号列を識別再生するデータ再生回路と、前記データ再生回路の出力信号の論理を必要に応じて反転させ、出力する論理反転回路と、前記データ再生回路の出力信号と、前記論理反転回路のいずれかを選択的に出力する選択手段とを有し、前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれの補正量を、前記マッハツエンダ干渉計の繰り返し周波数の $1/2$ とすることを特徴とする。

#### 【0022】

また、請求項13に記載の発明は、請求項11または12のいずれかに記載の光伝送システムの光受信装置において、送信側の出力光が位相変調と同時に信号ピットレートと同一のクロック信号で強度変調されており、前記光受信装置は、前記クロック抽出回路の代わりに、前記マッハツエンダ干渉計における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、該モニタ用受光器から出力される強度変調光からクロックを抽出し、クロックに含まれる周波数11の前記低周波信号を抽出する狭帯域アンプとを有し、前記位相検出回路は、前記狭帯域アンプの出力信号に基づいて、前記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする。

#### 【0023】

また、請求項14に記載の発明は、請求項11または12のいずれかに記載の光伝送システムの光受信装置において、前記光受信装置は、前記バランス型受光器の出力信号からデータを再生するデータ再生回路と、該データ再生回路の出力信号と識別前の信号との相

因で伏山の位相伏山凹凸にて付し、前記位相伏山凹凸は、前記ノロソノ伏山凹凸が山力されるクロック信号に重畠された周波数  $f_1$  の前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、前記相関検出回路の出力から周波数  $f_1$  の低周波信号を抽出し、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする。

#### 【0024】

また、請求項15に記載の発明は、請求項11または12のいずれかに記載の光伝送システムにおいて、送信側で光源を前記周波数  $f_1$  の低周波信号よりも十分高い周波数  $f_2$  の信号で直接強度変調するようになっており、前記光受信装置は、前記クロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、前記マッハツエンダ干渉計における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器と、該モニタ用受光器から出力される強度変調光から周波数  $f_2$  の成分を抽出し、そこに重畠されている周波数  $f_1$  の前記低周波信号を抽出する信号検出手段とを有し、前記位相検出回路は、前記光送信装置の位相変調光の中心波長と前記マッハツエンダ干渉計の通過帯域波長とのずれ量を検知することを特徴とする。

#### 【0025】

また、請求項16に記載の発明は、請求項15に記載の光伝送システムの光受信装置において、前記光受信装置は、送信側の光源を強度変調する代わりに、前記周波数  $f_2$  の信号を生成する発振回路と、該発振回路の出力信号で信号光を強度変調する強度変調器とを有することを特徴とする。

#### 【0026】

また、請求項17に記載の発明は、請求項16に記載の光伝送システムの光受信装置において、前記光受信装置は、前記強度変調器の代わりに、光増幅器を具備し、該光増幅器の利得を前記発振回路により周波数  $f_2$  で変調することを特徴とする。

#### 【0027】

また、請求項18に記載の発明は、請求項15、16、17のいずれかに記載の光伝送システムの光受信装置において、前記光受信装置は、前記光分岐回路と前記モニタ用受光器とを具備するかわりに、バランス型受光器に入力する前記変換された強度変調光の入力レベルを非対称にする入力レベル調整手段を有することを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0028】

以上説明したように、本発明によれば、DPSK-DD方式の光伝送システムにおいて、光受信装置が具備するマッハツエンダ干渉計の2つのアームから出力される信号光の位相差を一定の周波数で変調し、その周波数の位相を検出することで、送信側の光源の光周波数に合致した、マッハツエンダ干渉計の最適な動作点に設定することが可能で、最良の受光特性を得ることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0029】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。本発明の実施形態の説明に先立ち、図9から図11を参照して本発明の原理を説明する。

#### 【0030】

既述した一つ目の課題の解決のために、信号光の波長と干渉計の通過帯域のずれの方向を検出するために、干渉計に設けた位相シフターに低周波信号を加え、この低周波信号のレベルもしくは位相を検出する。

図9に位相変調光を強度変調光に変換するマッハツエンダ干渉計（以下MZIと記す。）の入出力特性を示す。MZIの入力ポート（Port）から入力した位相変調光は、Arm（アーム）1とArm2に2分岐される。

#### 【0031】

信号ビットレートに対応するタイムスロット分の遅延をArm2で与えられた後、両A

1 ミリルは 1 シン、山ノ小一ト 1 0 1 しノハツ山ノリである。このことと、この MZ I m の遅延差に出力ポートに出力される光強度は依存する。たとえば、出力ポート 1 では、位相差が 0 のときに、光強度は最大となり、位相差が  $\pi$  もしくは、 $- \pi$  のときに最小となる。つまり位相変調光の位相が 2 タイムスロット連続して 0 のときに出力ポート 1 の出力強度は最小となり、連続した 2 タイムスロットが 0、 $\pi$  もしくは  $\pi$ 、0 となったときに、出力強度は最大となる。

### 【0032】

すなわち、この点が MZ I の最適な動作点となる。ここで両アームの遅延差が、何らかの要因で位相差 0 からずれると、光強度の最小値は増加し、逆に最大値は減少する。これにより光受信装置の受光感度の劣化が発生する。

ところで、位相変調または MZ I 200 の出入力特性を周波数軸でみると、繰り返し周波数が信号ピットレートに等しいフィルタ特性を持つ。両 Arm の位相差が 0 で最大光強度となるように調整したときに、MZ I の最大透過率を示す周波数が信号光の中心周波数と一致する。

### 【0033】

図 10 は、本発明に係る光伝送システムにおける光受信装置の基本構成を示している。同図において、光受信装置は、MZ I 200 と、位相調整端子 201 と、バランス型受光器 202 と、アンプ 203 と、データ再生回路 204 と、クロック抽出回路 205 と、周波数  $f_1$  の低周波信号を発生する低周波信号発生回路 206 と、位相調整端子にバイアス電圧を供給するコントローラ 207 と、位相検出回路 208 とを有している。位相検出回路 208 は、電力検出回路 2080 と、位相比較器 2081 とを有している。

### 【0034】

バランス型受光器 202 の出力信号は、図 11 に示すように、DPSK 符号復調用 MZ I (以下、MZ I と記す。) 200 の最適動作点で振幅が最大となる。MZ I 200 の一方の Arm に設けられた位相調整端子 201 に電圧 (あるいは電流) を印加すると Arm 1 と Arm 2 の位相差は変化するので出力光の最小値と最大値は変化する。

### 【0035】

そこでこの位相調整端子 201 に低周波信号発生回路 206 より周波数  $f_1$  の低周波信号を印加すると、MZ I 200 の最適動作点 (図中 A) では、周波数  $f_1$  の 2 倍の速さで最大値、最小値は変動する。これがたとえば、位相差が  $\Delta\phi_1$  だけ変化し図中 B の点にすると、出力電圧振幅は減少するとともに、低周波  $f_1$  の信号が重畠されている。

また、位相差が  $\Delta\phi_2$  変化して動作点が C にずれた場合にも同様に出力電圧振幅は減少し、周波数  $f_1$  の低周波信号が重畠されるが、B 点と比較すると位相が反転していることがわかる。

### 【0036】

そこで、バランス型受光器 202 の出力からクロック抽出回路 205 により検出したクロック成分から重畠されている周波数  $f_1$  の低周波信号を電力検出回路 2080 により抽出し、該低周波信号の位相を、周波数  $f_1$  の低周波信号を位相調整端子 201 に印加する低周波信号発生回路から出力される低周波信号の位相と位相比較器 2081 比較することで動作点のずれ (周波数軸で考えると、送信側の光源の中心周波数と MZ I 200 の通過帯域のずれにあたる) の方向を検出して MZ I 200 の位相調整端子 201 に加える電圧 (あるいは電流) を制御する。

### 【0037】

既述した 2 つ目の課題を解決するために、受信した信号を識別器 (データ再生回路) の後段に設置した論理反転回路を用いて、必要に応じて信号の論理を反転することで MZ I の通過帯域の変動量を従来の 1/2 とする。

図 9 では、位相制御をしない初期状態で、MZ I の動作点が  $\pi$  の位置にあったとすると、MZ I の基板の温度を調整するか、位相調整を行って、動作点を位相差が 0 の点にシフトさせる必要がある。ところが、MZ I の両 Arm の出力の位相差が  $\pi$  の点を動作点に設定すればこの調整は不要となる。ただしこの場合には、出力される強度変調信号の論理が

論理に戻ることになる。

### 【0038】

#### [第1実施形態]

本発明の第1実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第1実施形態に係る光伝送システムの構成を図1に示す。同図において、光伝送システムは、差動符号化された位相変調光を出力する光送信装置1と、光送信装置1より伝送された位相変調光を受光して復調する光受信装置2とを備えている。

### 【0039】

光送信装置1は、NRZ符号の入力信号をNRZ-I符号の信号に変換するエンコーダ100と、光源101と、変調器駆動回路102と、エンコーダ100によって符号化されたマークとスペースに対して、位相振幅 $\Delta\phi$ を $0 < \Delta\phi < \pi$ の範囲で与えた位相変調光を出力する位相変調器103とを有している。

### 【0040】

光受信装置2は、受信した光送信装置1からの位相変調光を2分岐し、該2分岐された一方の信号光に対して1ビット遅延させて、両信号光を干渉させて強度変調光に変換し、かつ干渉した両信号間の位相差を設定できる位相調整端子201を有するマッハツエンダ干渉計(DPSK符号復調用MZI)200と、該マッハツエンダ干渉計200の2出力ポートからの信号光を光電変換し、変換された電気信号の差分を出力するバランス型受光器202とを有している。

### 【0041】

さらに、光受信装置2は、バランス型受光器202から出力される信号を増幅するアンプ203と、アンプ203の出力からデータを識別し、再生するデータ再生回路204と、バランス型受光器202から出力される信号列からクロックを抽出するクロック抽出回路205と、MZI200の位相調整端子201に周波数f1の低周波信号を印加する低周波信号発生回路206と、クロック抽出回路205から出力されるクロック信号に重畠された周波数f1の低周波信号を抽出し、その位相情報を光送信装置1から出力される位相変調光の中心波長とMZI200の通過帯域波長とのずれ量を検知する位相検出回路208と、前記ずれ量を修正するように前記2分岐された信号光の位相差を調整するための制御信号を前記位相調整端子に出力するコントローラ207とを有する。

### 【0042】

位相検出回路208は、クロック抽出回路205の出力信号であるクロックのパワーを検出する電力検出回路2080と、電力検出回路2080から出力される周波数f1の低周波信号と低周波信号発生回路206から出力される周波数f1の低周波信号の位相を比較する位相比較器2081を有している。

クロック抽出回路205は、信号に含有されるクロック成分電力に比例したクロック電力となるように線形抽出である必要がある。

### 【0043】

#### [第2実施形態]

本発明の第2実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第2実施形態に係る光伝送システムの構成を図2に示す。本実施形態に係る光伝送システムが、第1実施形態に係る光伝送システムと構成上、異なるのは、光受信装置2のデータ再請求回路の後段に外部から入力される論理指定信号により信号の論理反転を行う論理反転回路209を追加した点であり、その他の構成は図1に示した第1実施形態に係る光伝送システムと同一であるので同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

### 【0044】

図2において、光受信装置2において、データ再生回路204は、バランス型受光器202から出力される信号列を識別再生し、論理反転回路209は、データ再生回路204の出力信号の論理を外部から入力される論理指定信号に基づいて、すなわち必要に応じて反転させ、出力する。

外部から入力される論理指定信号は、論理判定回路209に対して、データ再生回路204の出力信号と、論理反転回路209により論理反転された信号のいずれかを選択的に出力させる機能を有するが、この信号を出力する機能部を光受信装置の内部に設けてもよい。この論理指定信号、またはこの論理指定信号を生成する機能部は、本発明の選択手段に相当する。

#### 【0046】

論理判定回路209により必要に応じて論理反転することにより、記光送信装置から出力される位相変調光の中心波長と前記マッハ・ゼンダ干渉計の通過帯域波長とのずれの補正量を、MZI200の通過帯域が光送信装置から出力される位相変調光の中心波長で最大となる場合も最小となる場合も前記MZI200の繰り返し周波数の1/2とすることができる。

#### 【0047】

論理反転回路209は、EXOR回路で構成するのが容易である。論理指定信号は、外部より入力されるが、この論理指定信号は光受信装置2の出力信号のフレーム情報を検出して自動的に指定すべき論理を判別して、生成することもできるし、コマンド等を手入力する方法もある。

論理指定信号は、コントローラにも入力され、論理反転が必要なときには、位相調整端子201に印加するバイアス電圧の極性を反転させる（または通流させるバイアス電流の方向を反転させる）必要がある。

#### 【0048】

##### [第3実施形態]

本発明の第3実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第3実施形態に係る光伝送システムの構成を図3に示す。本実施形態に係る光伝送システムが、第1実施形態に係る光伝送システムと構成上、異なるのは、光送信装置1に、信号にビットレートと同一のクロック信号を生成するクロック信号生成回路105と、クロック信号生成回路105より出力されるクロック信号で強度変調を行う強度変調器104とを設け、光受信装置2に、クロック抽出回路の代わりに、MZI200における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、光分岐回路に接続されたモニタ用受光器210と、モニタ用受光器210から出力される強度変調光からクロックを抽出し、クロックに含まれる周波数11の低周波信号を抽出する狭帯域アンプ211とを設け、位相検出回路208が、狭帯域アンプ211の出力信号に基づいて、光送信装置1から出力される位相変調光の中心波長とMZI200の通過帯域波長とのずれ量を検知するようにした点であり、その他の構成は図1に示した第1実施形態に係る光伝送システムと同一であるので同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0049】

光送信装置1に設けた強度変調器104がクロック信号生成回路105より出力されるクロック信号で強度変調を行うことによりRZ-DPSK信号が生成される。

光送信装置1側で位相変調光を強度変調することで、光受信装置2ではクロック抽出回路を簡略化することができる。光送信装置1側で生成する光信号の変調符号は、CSRZ-DPSKでもよい。

#### 【0050】

##### [第4実施形態]

本発明の第4実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第4実施形態に係る光伝送システムの構成を図4に示す。本実施形態に係る光伝送システムが、第1実施形態に係る光伝送システムと構成上、異なるのは、光受信装置2において、データ再生回路202の出力信号とデータ識別前の信号との相関、すなわち差分を検出する差動検出回路212とを設け点であり、その他の構成は図1に示した第1実施形態に係る光伝送システムと同一であるので同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。差動回路212は、本発明の相関検出回路に相当する。

位相検出回路 208 は、第1実施形態でクロック抽出回路から出力されるクロック信号に重畠された周波数  $f_1$  の前記低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、差動回路 212 により、データ再生回路 204 による識別再生前のデータ信号と識別再生後のデータ信号の相関を取り、差動回路 212 の出力から周波数  $f_1$  の低周波信号を抽出し、光送信装置 1 の位相変調光の中心波長と MZI 200 の通過帯域波長とのずれ量を検知する。

データ再生回路 204 におけるデータ識別再生前のデータ信号には、低周波  $f_1$  が重畠されているが識別再生後のデータ信号には低周波は重畠されていないので、差動回路 212 では、この差を検出すると低周波成分のみを検出することができる。

#### 【0052】

##### [第5実施形態]

本発明の第5実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第5実施形態に係る光伝送システムの構成を図5に示す。

#### 【0053】

本発明の第5実施形態に係る光伝送システムの構成を図5に示す。本実施形態に係る光伝送システムが、第1実施形態に係る光伝送システムと構成上、異なるのは、光送信装置1に、光源101を直接強度変調する前記周波数  $f_1$  の低周波信号よりも十分高い周波数  $f_2$  の信号を生成する発振回路 106 を設け、かつ光受信装置 2 に、MZI 200 における2つの出力ポートのうちの一方のポートを分岐する光分岐回路と、該光分岐回路に接続されたモニタ用受光器 210 と、モニタ用受光器 210 から出力される強度変調光から周波数  $f_2$  の成分を抽出し、そこに重畠されている周波数  $f_1$  の前記低周波信号を抽出するアンプ 212 及びフィルタ 213 とを設けた点であり、その他の構成は図1に示した第1実施形態に係る光伝送システムと同一であるので同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0054】

位相検出回路 208 は、第1実施形態におけるクロック抽出回路 205 から出力されるクロック信号に重畠された周波数  $f_1$  の低周波信号を同期検波して抽出する代わりに、光送信装置 1 から出力される位相変調光の中心波長と MZI 200 の通過帯域波長とのずれ量を検知する。

アンプ 212 及びフィルタ 213 は本発明の信号検出手段に相当する。

#### 【0055】

ここでは光送信装置 1 では、光源 101 の出力を発振回路 106 の出力信号により周波数  $f_2$  で強度変調している。このとき周波数  $f_2$  は低周波  $f_1$  よりも十分に高い周波数とする必要があり、また伝送路途中に設置される光アンプの低域遮断域よりも高域の周波数を選択する必要がある。

光送信装置 1 の出力信号光に重畠された周波数  $f_2$  の強度変調成分に、光受信装置 2 の MZI 200 で周波数  $f_1$  が重畠され、出力される。

#### 【0056】

モニタ用受光器 210 では、MZI 200 の片ポートより周波数  $f_2$  の出力光を検出し、アンプ 212 で増幅した後、フィルタ 213 でそこに重畠されている周波数  $f_1$  の低周波信号を検出する。

この方式の利点はモニタ用受光器および後段のアンプ、位相検出回路などに高周波特性のすぐれた製品を使用しなくとも可能であることである。

#### 【0057】

ところで送信側で強度変調した強度変調成分は、バランス型受光器 203 では出力されないのでデータ再生回路 204 における信号再生には大きな影響を与えない。ただし、バランス型受光器 203 への2つの入力信号レベルは一致させる必要がある。図5に示す光伝送システムでは、片ポートにモニタ端子を設けているのでこの分の損失と同等の損失を他方のポートにも加える必要はある。

#### 【0058】

本発明の第 6 実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第 6 実施形態に係る光伝送システムの構成を図 6 に示す。本実施形態に係る光伝送システムが、第 5 実施形態に係る光伝送システムと構成上、異なるのは、送信側の光源を強度変調する代わりに、光受信装置 2 に、周波数  $f_2$  の信号を生成する発振回路 216 と、発振回路 216 の出力信号で信号光を強度変調する強度変調器 215 とを設けた点であり、その他の構成は図 5 に示した第 5 実施形態に係る光伝送システムと同一であるので同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0059】

ここでは、受信装置の入力段に強度変調器 215 を設置して、発振回路 216 から出力される周波数  $f_2$  の信号で強度変調している。この強度変調器 215 はたとえば、LN 変調器、AO 変調器、電界吸収型変調器のいずれでもよい。

#### 【0060】

##### [第 7 実施形態]

本発明の第 7 実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第 7 実施形態に係る光伝送システムの構成を図 7 に示す。本実施形態に係る光伝送システムが、第 6 実施形態に係る光伝送システムと構成上、異なるのは、光受信装置 2 における強度変調器 215 の代わりに、光アンプ 217 と、光アンプ 217 の利得を、周波数  $f_2$  の信号を生成する発振回路 218 により周波数  $f_2$  で変調するようにした点であり、その他の構成は図 6 に示した第 6 実施形態に係る光伝送システムと同一であるので同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0061】

変調器を用いると挿入損失による S/N 比劣化が問題となるので、本実施形態では、光アンプ 217 の利得を変調するようにしている。特に、光アンプを用いる場合は、WDM システムへの適用を考えると、受信アンプで一括して変調できるので効果的である。

#### 【0062】

第 6 実施形態、第 7 実施形態のいずれにおいても、ここで強度変調しても強度変調成分はバランス型受光器では出力されないので、信号再生には大きな影響を与えない。ただし、バランス型受光器 202 への 2 つの入力信号レベルは一致させる必要がある。図では、片ポートにモニタ端子を設けているのでこの分の損失と同等の損失を他方のポートにも加える必要はある。

#### 【0063】

##### [第 8 実施形態]

本発明の第 8 実施形態に係る光伝送システムについて説明する。本発明の第 8 実施形態に係る光伝送システムの構成を図 8 に示す。

本発明の第 8 実施形態に係る光伝送システムの構成を図 8 に示す。本実施形態に係る光伝送システムが、第 7 実施形態に係る光伝送システムと構成上、異なるのは、受信装置は、前記光分岐回路と前記モニタ用受光器とを具備するかわりに、バランス型受光器に入力される、変換された強度変調光の入力レベルを非対称にする入力レベル調整手段を設けた点であり、その他の構成は図 7 に示した第 7 実施形態に係る光伝送システムと同一であるので同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0064】

光送信装置 1 側、もしくは光受信装置 2 側において、周波数  $f_2$  で強度変調された信号光は、バランス型受光器 202 の 2 つの入力ポートに入力される平均信号パワーが同一であれば出力されない。言い換えれば、故意に一方入力ポートの入力平均パワーを少なくすれば強度変調成分を検出できる。

本実施形態では、そのための光波衰器 219 を一方の入力ポートに接続している。光波衰器 219 は、本発明の入力レベル調整手段に相当する。

#### 【0065】

バランス型受光器 202 で検出した周波数  $f_2$  の強度変調成分はフィルタ 213 を介し

「此付提出山田由之にハノカレ、1917年1月25日ノリノ利御に用ハツル。」  
204の入力端には、コンデンサC1を接続してこの強度変調成分を遮断することにより  
データ再生回路204における信号識別再生には大きな影響を与えることはない。

#### 【図面の簡単な説明】

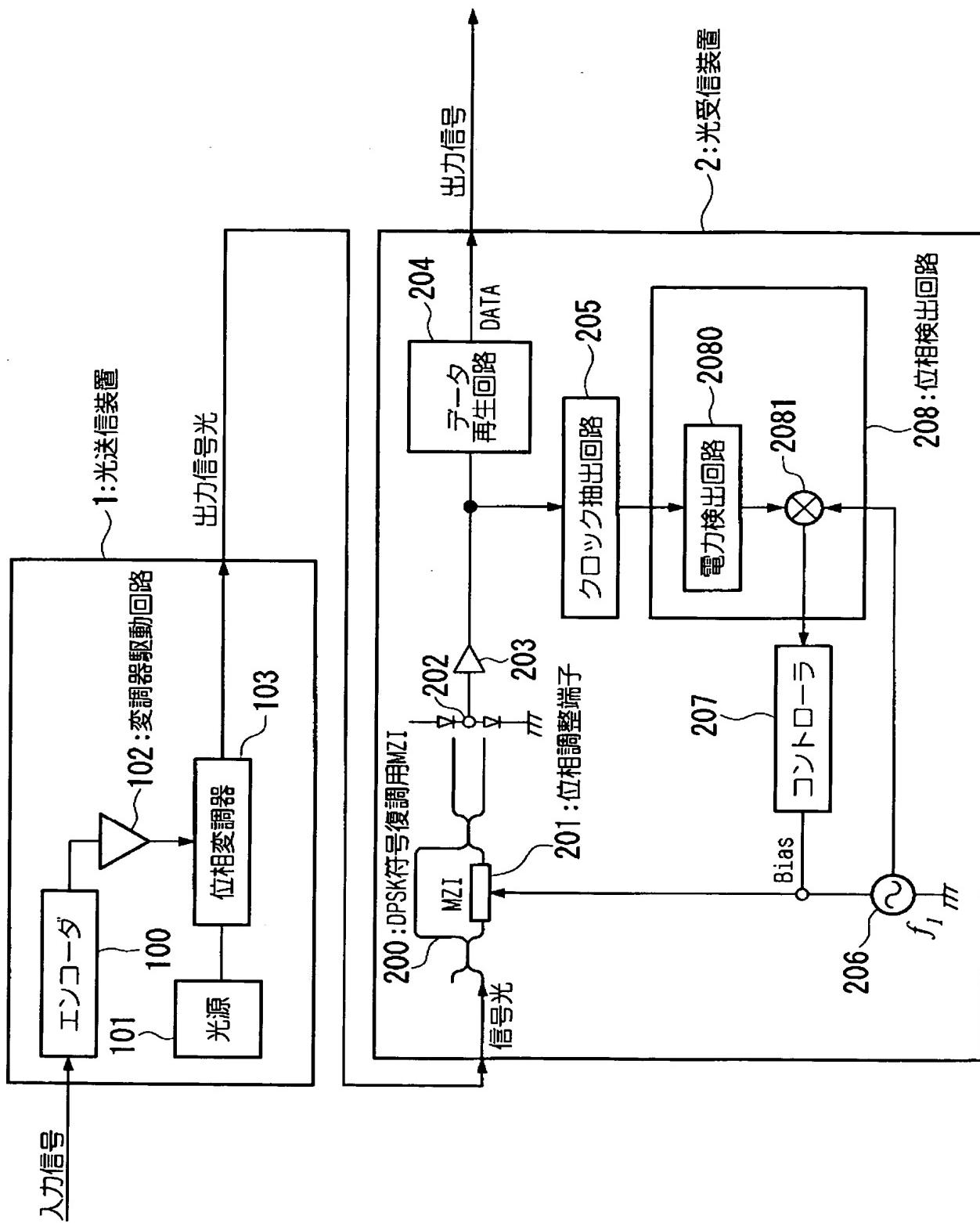
##### 【0066】

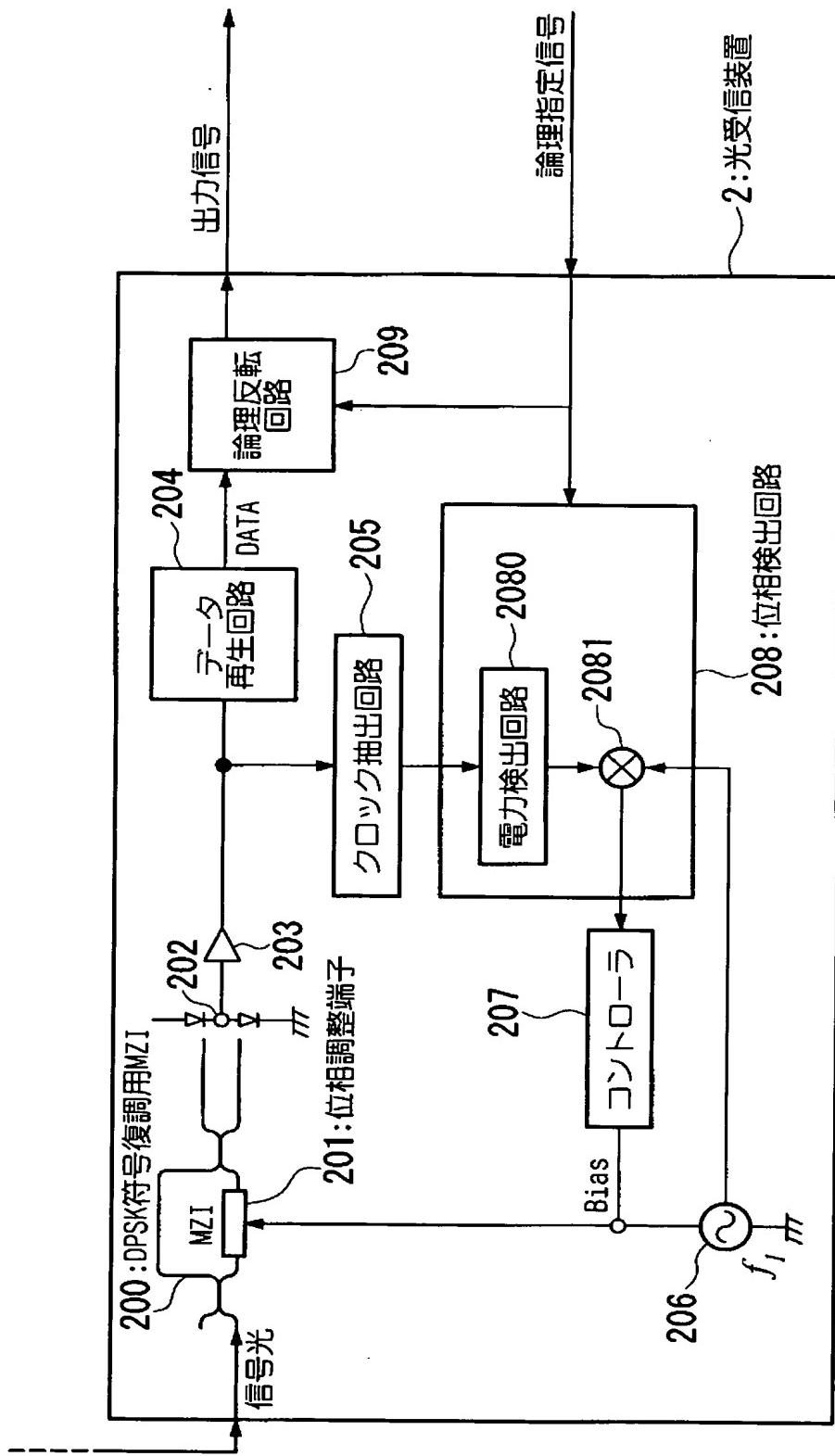
- 【図1】本発明の第1実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図2】本発明の第2実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図3】本発明の第3実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図4】本発明の第4実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図5】本発明の第5実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図6】本発明の第6実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図7】本発明の第7実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図8】本発明の第8実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図。
- 【図9】マッハツェンダ干渉計の入出力特性を示す図。
- 【図10】本発明に係る光伝送システムにおける光受信装置の基本構成を示すブロック図。
- 【図11】バランス型受光器出力の位相ずれ依存性を示す説明図。

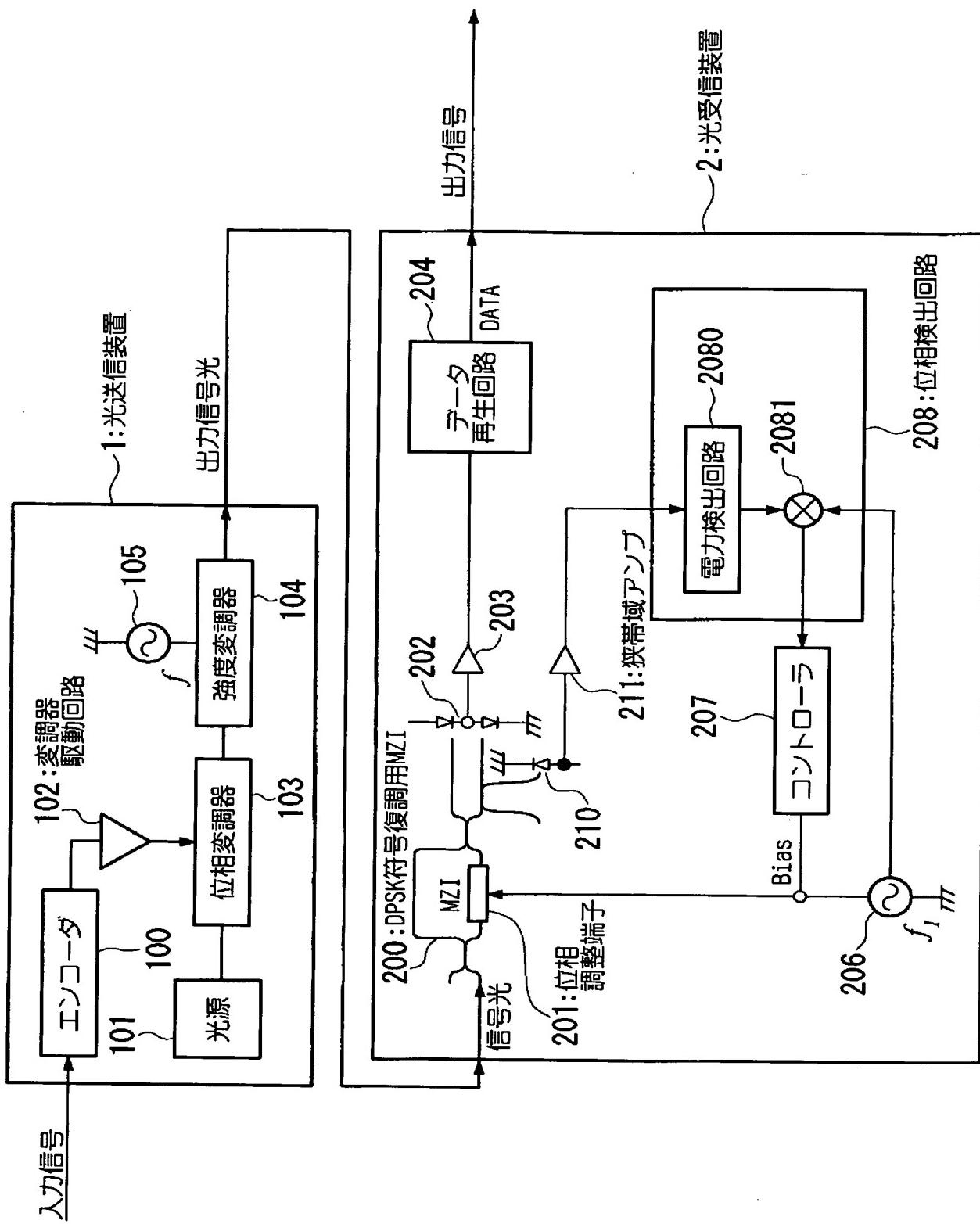
#### 【符号の説明】

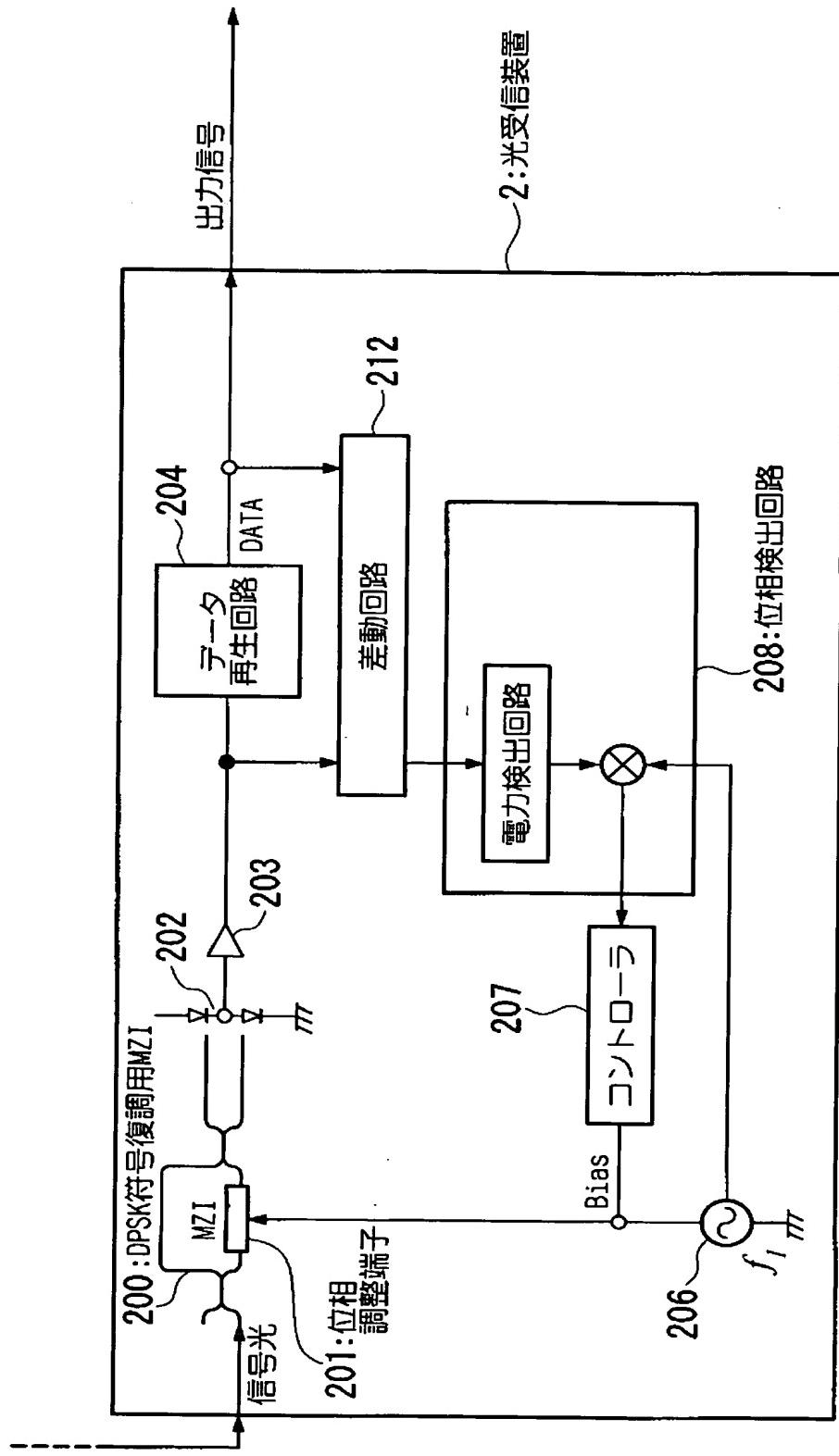
##### 【0067】

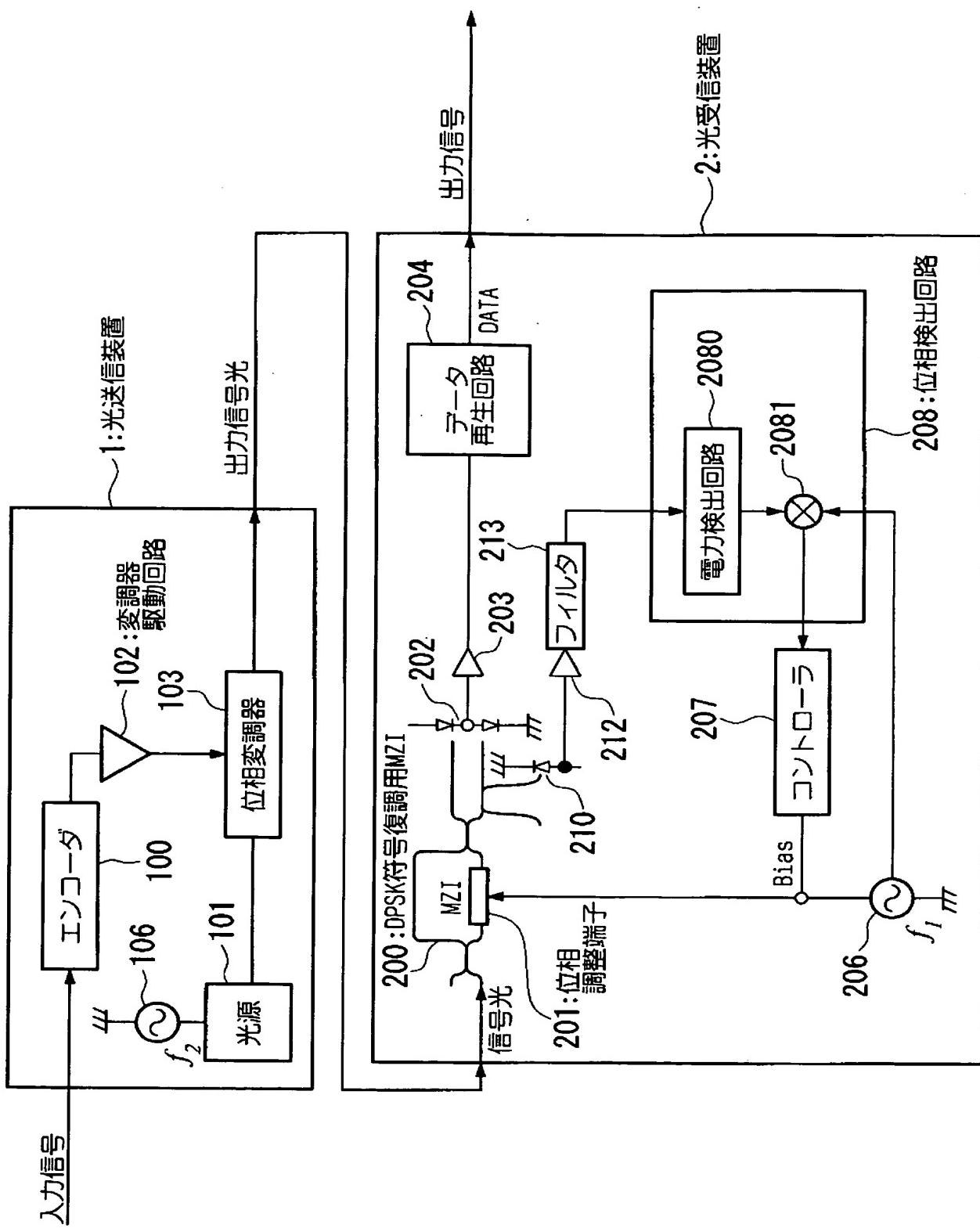
- 1 … 光送信装置
- 2 … 光受信装置
- 100 … エンコーダ
- 101 … 光源
- 102 … 変調器駆動回路
- 103 … 位相変調器
- 200 … DPSK符号復調用MZI（マッハツェンダ干渉計）
- 201 … 位相調整端子
- 202 … バランス型受光器
- 204 … データ再生回路
- 205 … クロック抽出回路
- 207 … コントローラ
- 208 … 位相検出回路
- 209 … 論理反転回路

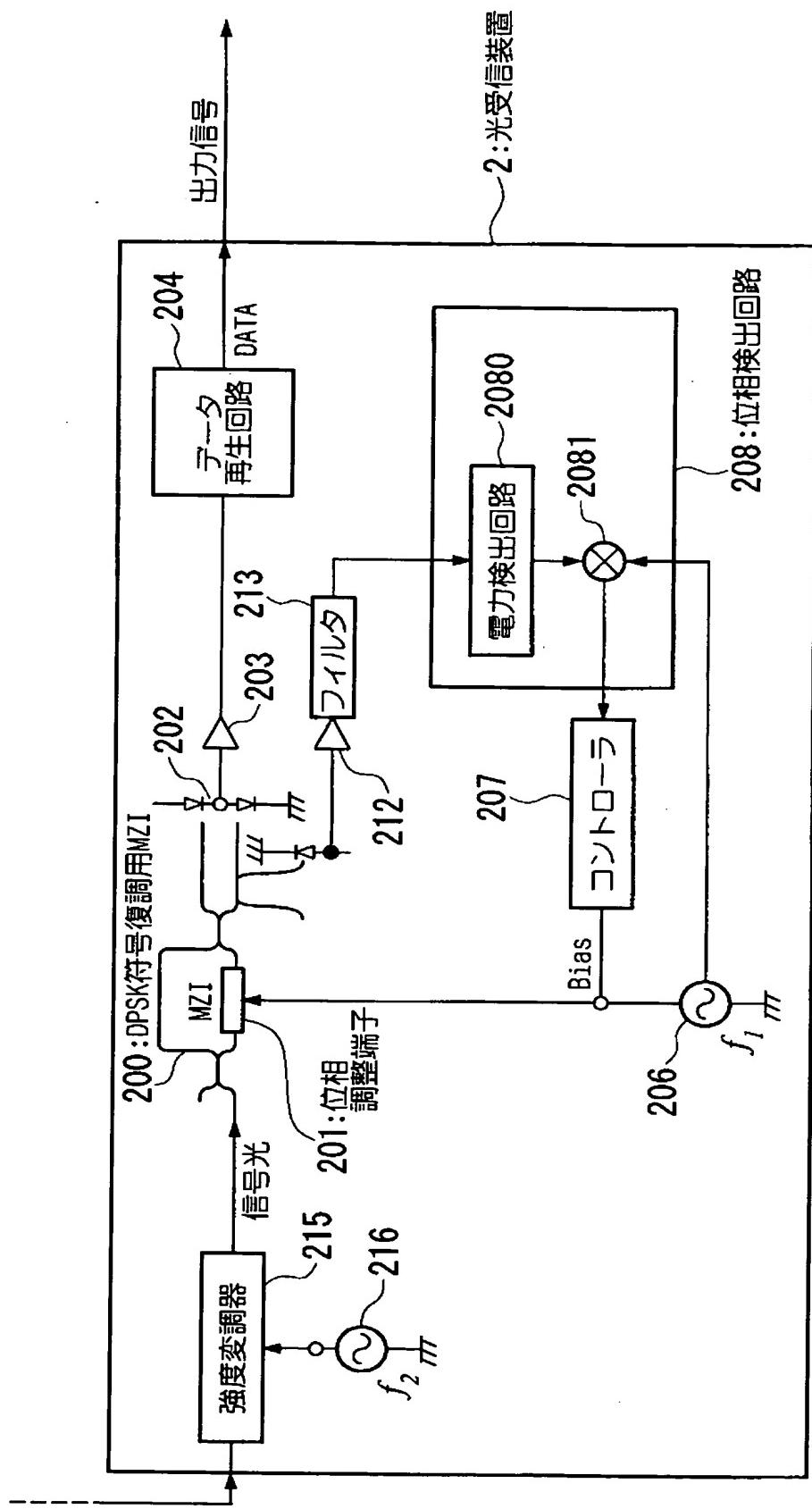


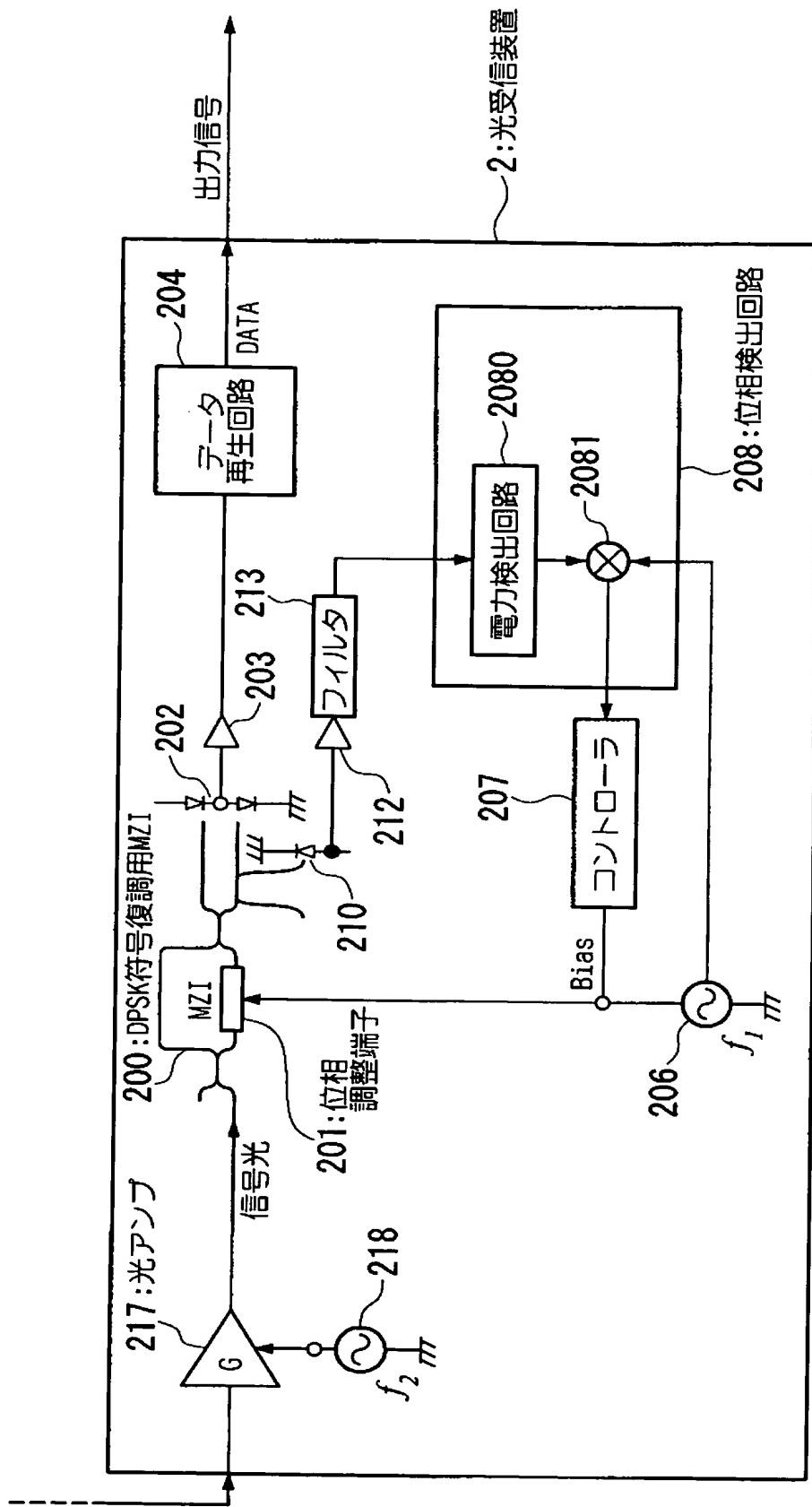


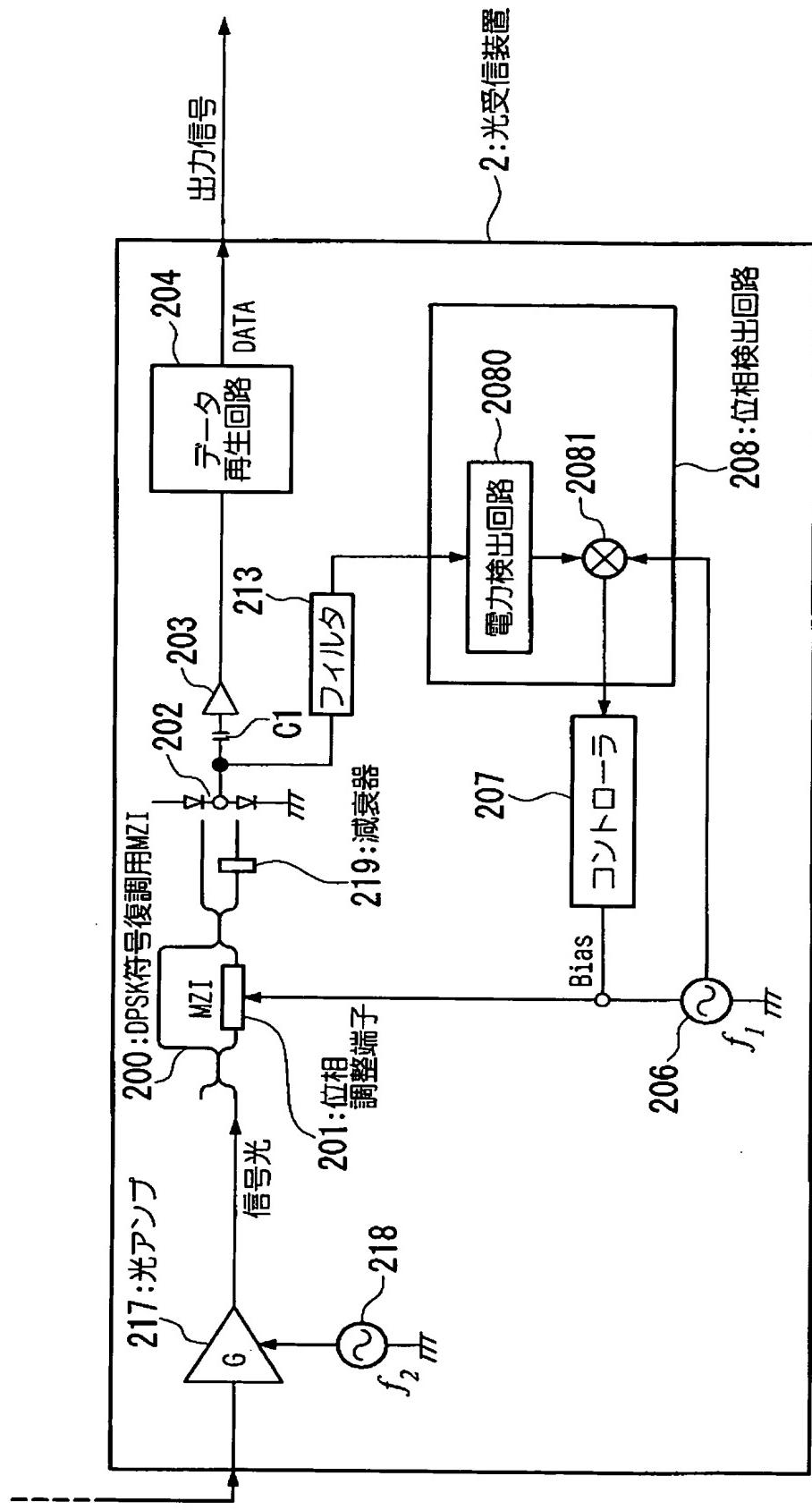


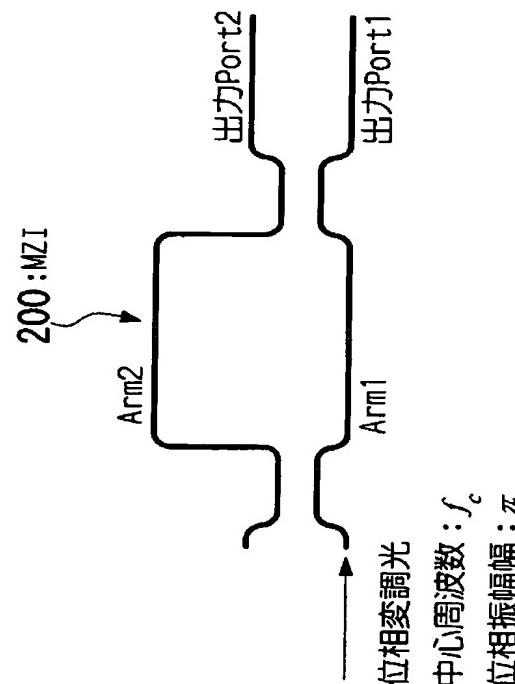
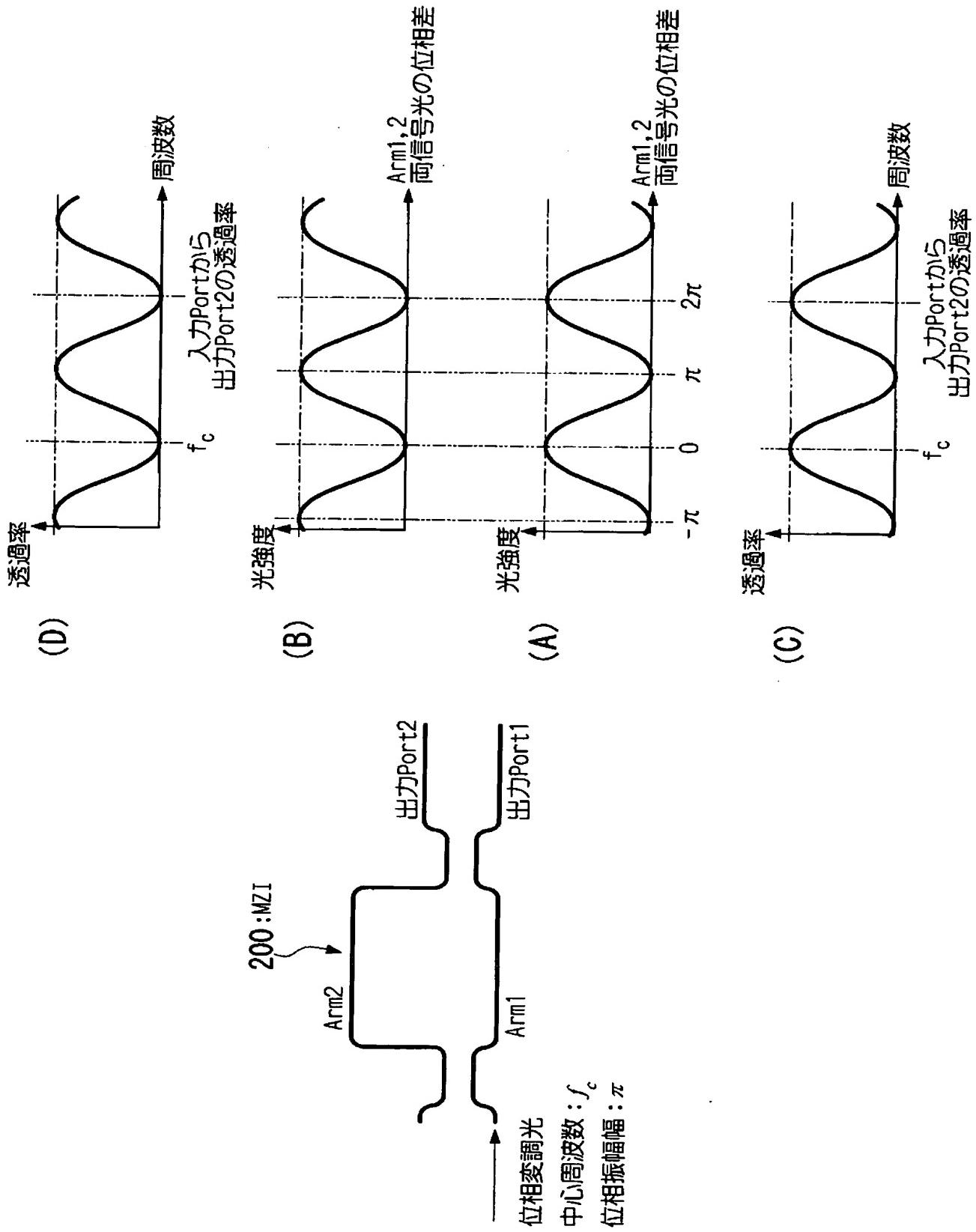


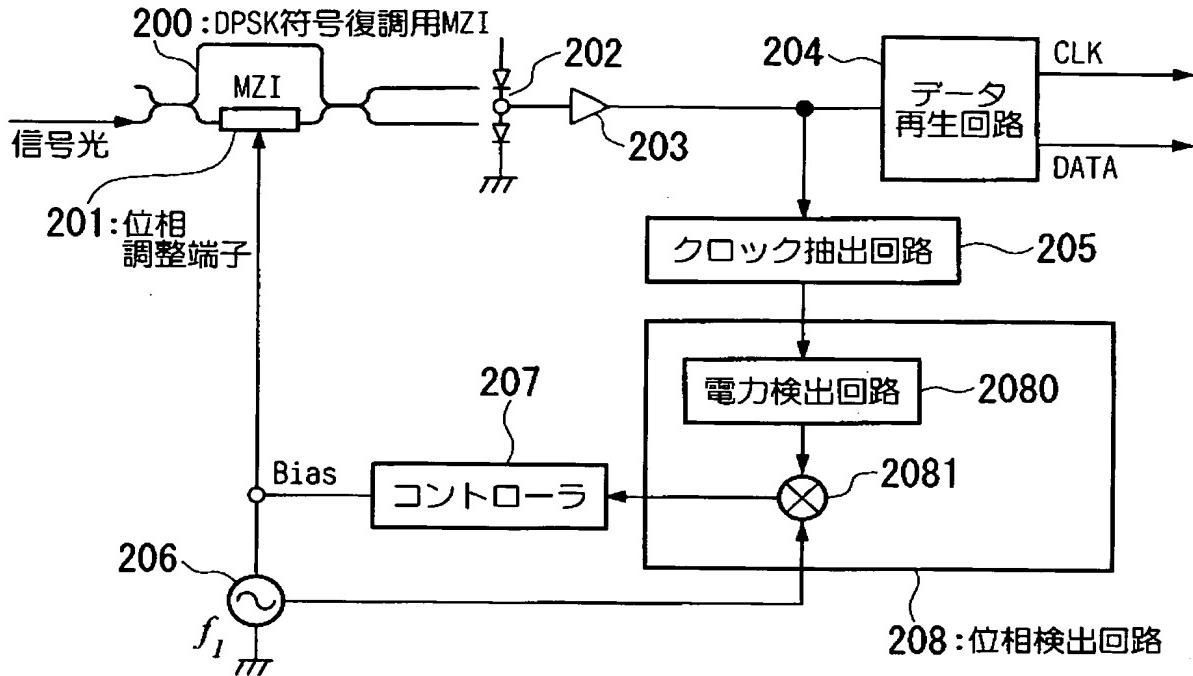




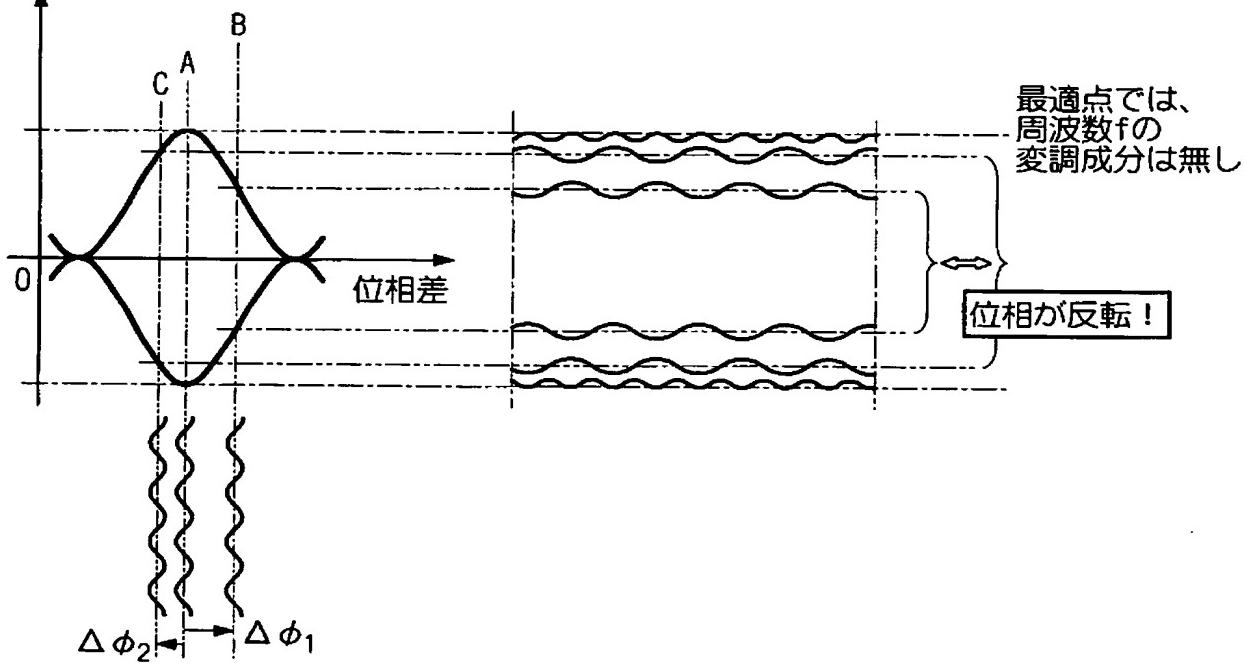








バランス型受光器  
出力電圧



【課題】 送信側の光源の光周波数に合致した、マッハツェンダ干渉計の最適な動作点に設定することができる光伝送システムを提供する。

【解決手段】 光受信装置2は、バランス型受光器202から出力される信号列からクロックを抽出するクロック抽出回路205と、MZI200の位相調整端子201に周波数f1の低周波信号を印加する低周波信号発生回路206と、クロック抽出回路205から出力されるクロック信号に重畠された周波数f1の低周波信号を抽出し、その位相情報から光送信装置1から出力される位相変調光の中心波長とMZI200の通過帯域波長とのずれ量を検知する位相検出回路208と、前記ずれ量を修正するように前記2分岐された信号光の位相差を調整するための制御信号を前記位相調整端子に出力するコントローラ207とを有する。

【選択図】 図1

000004226

19990715

住所変更

591029286

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

日本電信電話株式会社

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/JP05/004817

International filing date: 17 March 2005 (17.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-076746  
Filing date: 17 March 2004 (17.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse